

Identificación y mapeo participativo de los servicios ecosistémicos en Marismas Nacionales Sinaloa, México

Identification and participatory mapping of ecosystem services in Marismas Nacionales Sinaloa, Mexico

Aimée Cervantes-Escobar^{1*}, Arturo Ruiz-Luna²

^{1*} Programa de posgrado en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Mazatlán, Sinaloa, México. aimee.cervantes@ciad.mx. ORCID: 0000-0001-8802-2367

² Laboratorio de Manejo Ambiental, Subsede Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Mazatlán, Sinaloa, C.P.82112. México. arluna@ciad.mx. ORCID: 0000-0001-6878-0929

*Autor de correspondencia

Resumen

El sistema de humedales Marismas Nacionales Sinaloa (MNS), al noroeste de México, constituye un socio-ecosistema que suministra importantes servicios ecosistémicos (SE). Actualmente, MNS muestra signos de degradación vinculada con actividades antropogénicas, comprometiendo el flujo de SE, siendo necesario garantizar su continuidad, comenzando por su reconocimiento. Con ese objetivo, y mediante técnicas de cartografía social y colaboración participativa, se identificaron 28 sub-categorías de SE, principalmente de abastecimiento (57%). La cartografía generó información espacialmente explícita sobre las áreas suministradoras de SE y su relación con los usuarios. Se identificaron áreas prioritarias para los usuarios por su suministro de servicios ecosistémicos, como las marismas, manglares, sitios de importancia cultural y recreativa, y acuíferos. Se evidenció que las actividades relacionadas con los humedales se han incrementado en fechas recientes, indicando un aumento en la utilización de los recursos naturales, con interacciones negativas entre las actividades desarrolladas y los componentes naturales. Con este trabajo se aporta información base para futuros estudios en la región y se contribuye con elementos para el ordenamiento ecológico de MNS.

Palabras clave: Cartografía social; humedales; servicios ecosistémicos; socioecosistemas.

Abstract

The Marismas Nacionales Sinaloa (MNS) wetland system, in northwest Mexico, constitutes a socio-ecosystem providing important ecosystem services (SE). Currently, MNS shows signs of degradation linked to anthropogenic activities, compromising the flow of SE, making it necessary to guarantee its continuity, beginning with its recognition. With this objective and through social mapping and participatory collaboration techniques, 28 sub-categories of SE were identified, mainly provisioning services (57%). The cartography outputs spatially explicit information about the SE supplying areas and their relationship with users. Priority areas for users were identified for their provision of ecosystem services, such as marshes, mangroves, sites of cultural and recreational importance, and aquifers. It was evident that activities related to wetlands have increased recently, indicating an intensification in the use of natural resources, with negative interactions between the activities developed and the natural components. This work provides essential information for future studies in the region and contributes with elements for the ecological planning of MNS.

Keywords: Social cartography; wetlands; ecosystem services; socio-ecosystems.

Recibido: 24 de mayo de 2024

Aceptado: 04 de septiembre de 2024

Publicado: 11 de diciembre 2024

Cómo citar: Cervantes-Escobar, A., & Ruiz-Luna, A. (2024). Identificación y mapeo participativo de los servicios ecosistémicos en Marismas Nacionales Sinaloa, México. *Acta Universitaria* 34, e4247. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2024.4247>

Introducción

Se reconoce que la población humana recibe beneficios y obtiene provecho, directa o indirectamente, de las funciones y procesos de los ecosistemas (Costanza *et al.*, 1997), beneficios que en conjunto son llamados servicios ecosistémicos (SE) y que han sido clasificados como servicios de aprovisionamiento, de regulación, culturales y de soporte (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2003). Su uso, disfrute o consumo contribuye a producir bienestar en las poblaciones (Boyd & Banzhaf, 2007).

A pesar de su importancia, se admite que el deterioro ambiental tiene efectos negativos sobre el suministro de SE (MEA, 2003) y que existe un declive en la capacidad del capital natural para su provisión (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES], 2019). Esta situación ha sido analizada en México, con propuestas como la de Maass *et al.* (2005) para ecosistemas específicos, o la de Balvanera & Cotler (2007) para contextos más amplios, quienes han intentado sintetizar la información disponible sobre la capacidad de los ecosistemas mexicanos para proveer SE, con énfasis en los patrones temporales y espaciales.

Los SE han sido analizados con distintos enfoques, destacando la evaluación económica como un medio de sensibilización social, tendiente a promover la conservación de los ecosistemas y los beneficios que de ellos se derivan (Camacho-Valdez *et al.*, 2013, 2014; de la Lanza *et al.*, 2013; Reyes *et al.*, 2014; Sanjurjo, 2001).

En ese sentido, Goldman *et al.* (2008) consideran necesario priorizar el bienestar humano incorporando los SE como una estrategia adicional, que puede ser un poderoso incentivo para conservar la naturaleza, pues su alcance no se limita a áreas protegidas, sino a una mayor variedad de sitios que pueden atraer otros intereses y cuya conservación obedece a distintas razones, no sólo de orden ético o cultural.

Particularmente en México, el enfoque de SE para la conservación se ha aplicado principalmente en dos tipos de ecosistemas: los bosques y selvas, que inclusive son sujetos de programas oficiales conocidos, como Pago por Servicios Ambientales (PSA), dirigidos principalmente a la población propietaria de terrenos forestales (Comisión Nacional Forestal [Conafor], 2020). Con ese tipo de iniciativas se busca incentivar económicamente a los poseedores de terrenos con cobertura boscosa, para conservarla, evitando su pérdida o deterioro por prácticas forestales inadecuadas o ilegales y promoviendo el fortalecimiento de las comunidades y de actividades económicas sustentables.

Con excepción de los manglares, este tipo de instrumentos no se ha aplicado a otros humedales, ecosistemas que destacan por la diversidad y oferta de SE (Lebreton *et al.*, 2019). Los humedales carecen de regulaciones para su conservación, enfrentando una situación de deterioro promovida por actividades antropogénicas que los altera y que pueden provocar costos sociales y ambientales (Davidson, 2014; Moomaw *et al.*, 2018). Al respecto, las actividades asociadas con la agricultura (cambio de usos de suelo en primer término) causan el mayor impacto, junto con el desarrollo de infraestructura hidráulica y la expansión de la zona urbana e industrial (Asselen *et al.*, 2013; MEA, 2005).

En el caso de México, el complejo de humedales conocido como Marismas Nacionales (MN), el mayor sistema de esta naturaleza en la costa del Pacífico mexicano y al mismo tiempo un socio-ecosistema de gran relevancia regional, se ha visto afectado por diversas causas naturales y de origen antrópico. Por su extensión y diversidad, este sistema es reconocido a nivel nacional e internacional, habiéndose nominado como Sitio Ramsar (No. 732), como Área de interés para la conservación de las aves (AICA C-57), como Región hidrológica y terrestre prioritaria (RHP-22; RTP-61), como Región prioritaria para la conservación y como Reserva de la biósfera (Nayarit).

MN ha sido objeto de diversos estudios, muchos de ellos orientados a evaluar aspectos de la biología y ecología, así como cambios en la extensión de los manglares, una de las más grandes en México y otras coberturas de la zona, (Berlanga-Robles & Ruiz-Luna, 2007, 2018; Berlanga-Robles *et al.*, 2019, 2020). De acuerdo con Rubio-Cisneros *et al.* (2017), MN puede ser considerado como un "hotspot" por la diversidad de SE suministrados a distintas escalas temporales y espaciales, en tanto que Camacho-Valdez *et al.* (2013, 2014), entre otros, han incorporado la dimensión económica en la valoración de los SE de esta región para apoyar estrategias de conservación y adaptación ante la posibilidad de deterioro.

Por su parte, Ramírez-Zavala *et al.* (2012) señalan que, dada la fuerte interdependencia entre los ambientes naturales y los sistemas sociales en MN, se debe realizar una gestión integrada y unitaria, asumiendo a MN como un sistema socioecológico, con sus componentes sociales y naturales fuertemente relacionados, lo que es un desafío para la gestión convencional del capital natural, particularmente al ser un socio-ecosistema compartido por dos entidades federativas, Nayarit y Sinaloa.

Considerando las evidencias de que el manejo inadecuado del capital natural de MN ha provocado la degradación de algunas áreas o procesos ambientales, modificando patrones hidrológicos, permitiendo métodos de pesca no sostenibles e incorporando otras actividades como la acuicultura y el desarrollo turístico en forma no sostenible, se podría argumentar que se está comprometiendo la capacidad del ecosistema para mantener el suministro de SE a las comunidades locales (Ramírez-Zavala *et al.*, 2012).

Por ello, si se reconoce que los SE son el vínculo entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano, es indispensable la caracterización de los principales ecosistemas y los SE que de ellos se derivan, incluyendo el conocimiento de su distribución y su relación con las comunidades usuarias, información crítica para la toma de decisiones (Fisher *et al.*, 2009). Este conocimiento permite comprender las interacciones entre sociedad y naturaleza, facilitando la toma de decisiones para la planificación del territorio, mejorando iniciativas de conservación de los ecosistemas y la gestión de áreas naturales protegidas (Balvanera *et al.*, 2017).

Así, se hace indispensable la participación estructurada de los beneficiarios en el mapeo y valoración de los SE, ya que aporta elementos más precisos para la toma de decisiones al considerar intereses, derechos, compromisos y responsabilidades (Baskent, 2020; Maes *et al.*, 2012). Vale la pena mencionar que, aunque el término Servicios Ecosistémicos es poco conocido a nivel comunitario, aun novedoso para muchos académicos, e inclusive criticado por otros, al considerarlo de carácter neoliberal, tiene el potencial para resaltar interdependencias entre colectivos que las desconocen, con lo cual se posibilita la acción coordinada (Barnaud & Antona, 2014). Por otra parte, aunque evidentemente es un concepto antropocéntrico, su aplicación requiere de una visión multidisciplinaria y permite establecer una comunicación más directa con las comunidades, lo que ofrece ventajas.

Con esas consideraciones, el presente estudio tuvo como objetivo identificar los humedales costeros, su distribución y los principales servicios ecosistémicos que estos aportan dentro de los límites de MN en Sinaloa (MNS), a través de un proceso participativo con los beneficiarios locales. Con este tipo de procesos se busca promover el empoderamiento de la comunidad y fomentar un entorno propicio para la gestión de recursos de acceso común.

También se espera entender las relaciones entre los usuarios de los ecosistemas, humedales de MNS en el presente caso, a través de un proceso que tome en cuenta los diferentes tipos de saberes de los usuarios y las personas involucradas en su uso y manejo. Por ello, se aplicaron herramientas y técnicas que promueven la participación, el intercambio y la generación de conocimiento, reflejando el entorno y la realidad que los usuarios perciben.

Este tipo de procesos se promueve desde hace décadas por diferentes organismos internacionales, ya que generan elementos importantes para la planificación y el manejo de los humedales y otros ecosistemas (United Nations [UN], 1992), mejorando la calidad y legitimidad de las decisiones sobre un territorio, al incorporar diferentes perspectivas y conocimientos locales, lo cual puede facilitar que las políticas asociadas tengan mayor aceptación social (Luyet *et al.*, 2012).

Con esa visión, el presente estudio aplicó el mapeo participativo como una técnica que facilita el intercambio, la integración y la visualización del conocimiento local sobre diversos temas relativos al manejo de los humedales en MN, asumiendo que con este enfoque, también se promueve el diálogo entre los diferentes actores y usuarios de los recursos, además de que contribuye en la resolución de posibles conflictos y en los procesos de planificación de territorio (Brown & Fagerholm, 2015; Rambaldi *et al.*, 2006).

Se persigue que la información generada contribuya a la conservación de MN y sus servicios ecosistémicos y a un mejor entendimiento de la relación que tienen los usuarios con su entorno, para que sea considerado en la gestión del capital natural de este importante socio-ecosistema.

Materiales y métodos

Área de estudio

El complejo de humedales Marismas Nacionales se localiza en el noroeste de México, dividido artificialmente por los límites estatales de Sinaloa (al norte) y Nayarit (al sur), colindando al oeste con el Océano Pacífico. El área correspondiente a Sinaloa es conocida como Marismas Nacionales Sinaloa (MNS) y se ubica dentro de la Región Hidrológica 11 (RH 11), en la cuenca del río Acaponeta y sub-cuenca Palotes-Higueras, donde las principales coberturas naturales corresponden a marismas (vegetación halófila), bosque seco y manglar (Berlanga-Robles & Ruiz-Luna, 2002). La integran diversos cuerpos lagunares, destacando las lagunas Grande, Cañales y Agua Grande, así como los esteros El Maíz y Teacapán (Figura 1).

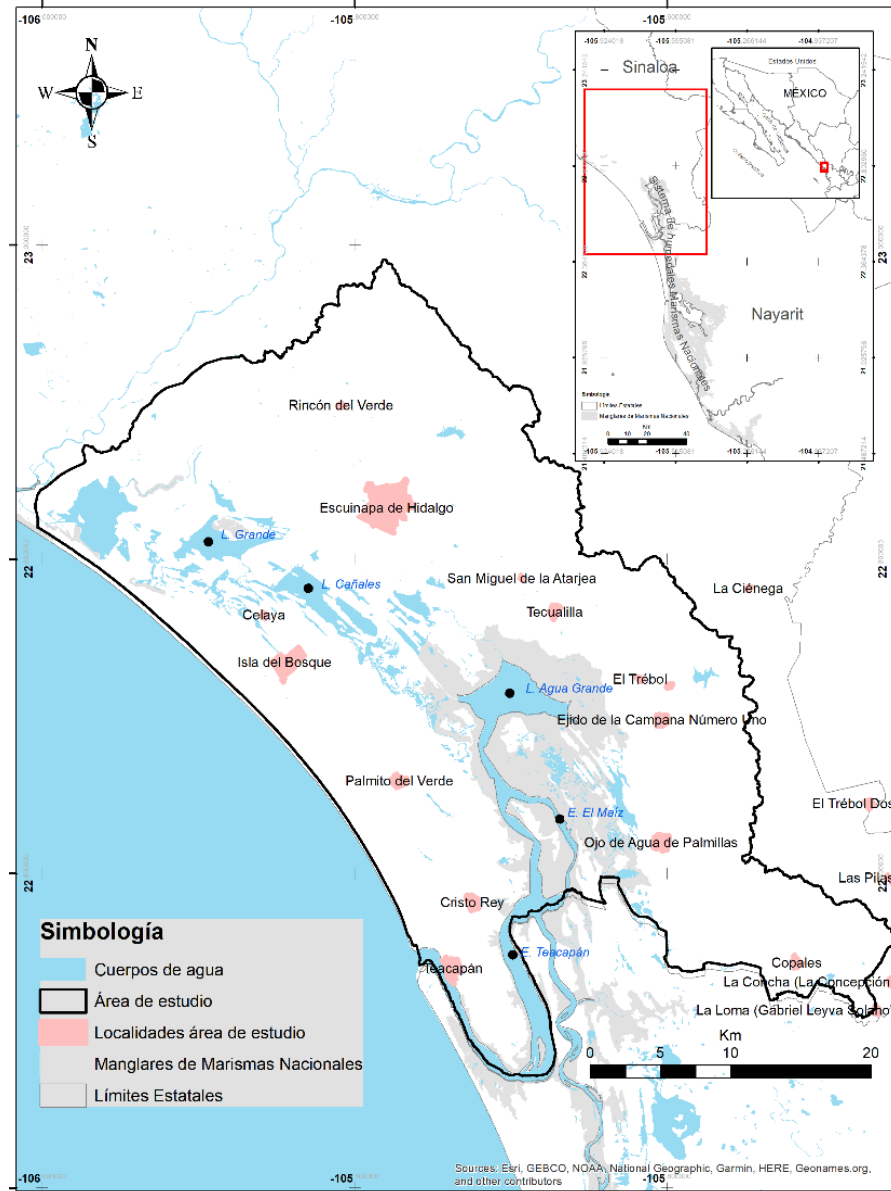


Figura 1. Área de estudio: Marismas Nacionales Sinaloa.
Fuente: Elaboración propia.

Identificación de servicios ecosistémicos en MNS

En esta primera fase, se realizó un taller participativo, programado para realizarse en tres horas, dirigido a profesionistas que trabajan en investigación, gestión y docencia, que permitiera contar con una primera aproximación informada sobre el socio-ecosistema en su conjunto. Al taller fueron convocados principalmente académicos pertenecientes a diferentes instituciones ubicadas en el municipio de Mazatlán, Sinaloa, quienes han realizado diversos estudios o proyectos en MNS, sobre cambios de coberturas y usos de suelo, restauración y conservación de humedales, estudios de impacto ambiental y distintos análisis sobre la actividad pesquera y acuícola.

El taller tuvo el objetivo de identificar, desde diversas perspectivas, el nivel de conocimiento sobre humedales específicos o en conjunto, determinar los posibles beneficios que estos ecosistemas aportan y analizar posibles vacíos de información. Al inicio del taller se introdujeron los objetivos y se proporcionó información básica sobre la zona de estudio, los humedales costeros y el concepto de SE, a fin de contar con un lenguaje común.

Para los fines del estudio, se tomó como punto de partida la selección de SE generada por Vilardy *et al.* (2012) para humedales marino-costeros de Ciénaga Grande en Colombia, que tipifica los SE de abastecimiento, culturales y de regulación, incluyendo en este último tipo a algunos de los servicios reconocidos como de soporte. Dicha propuesta incluye SE distribuidos en 14 categorías, que a su vez integran a 36 subcategorías.

Con base en lo anterior, se fomentó la discusión entre los participantes para que, de acuerdo con su experiencia, avalaran en primer término la presencia o ausencia de las categorías y subcategorías citadas, así como la incorporación de otras no contempladas en la propuesta de Vilardy *et al.* (2012), pero que se consideró que ocurren en MNS.

Los resultados permitieron contar con una primera aproximación a los SE que ofrece MNS y que fueron la base para establecer los términos y objetivos de la siguiente convocatoria, dirigida a los usuarios del socio-ecosistema.

Identificación de interacciones entre usuarios, impactos sobre los recursos naturales y mapeo de servicios ecosistémicos

En la segunda fase, se realizó otro taller participativo, esta vez programado para una duración aproximada de cinco horas, considerando el tipo de dinámicas a realizar. El taller se llevó a cabo en la localidad de Escuinapa, municipio de Escuinapa, Sinaloa, en esta ocasión dirigido a usuarios de los recursos naturales de MNS, así como a actores clave que tuvieran conocimiento de la región, con la finalidad de generar información a través de técnicas participativas que ayudan a reflejar la problemática socioambiental y a mapear las zonas proveedoras de servicios ecosistémicos de la región.

De esa manera, siguiendo las recomendaciones definidas a nivel municipal por la Misión Ramsar de asesoramiento No. 67 (Ramsar, 2010), se convocó a actores clave de los sectores acuícola, agrícola, pesquero, ambientalista y de turismo. Adicionalmente, se incluyeron representantes del sector oficial, particularmente de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (Conanp), y también se contó con representantes del sector académico local que habían participado en el primer taller.

Siguiendo un procedimiento similar al anterior, con una breve introducción se dieron a conocer los lineamientos y objetivos del taller. A continuación, se conformaron dos equipos de trabajo con base en la edad de los participantes (mayores y menores de 30 años, respectivamente), para proceder con las dinámicas participativas. La conformación de los grupos intenta determinar las diferencias en cuanto a la percepción sobre la problemática ambiental que enfrentan los ecosistemas de MNS y su posible variación con el tiempo. En lo posible, se evitó comprometer la diversidad de perfiles en ambos equipos.

De acuerdo con su edad, a cada equipo se le asignó un periodo de trabajo (actual y pasado), con una diferencia de 30 años entre ambos, buscando identificar diferencias entre el tipo y cantidad de ecosistemas y/o recursos aprovechados a lo largo del tiempo (considerando aproximadamente el periodo de 1980 al 2010), además de la diversidad de usuarios de los recursos y sus interacciones.

Posteriormente, se procedió con una técnica participativa conocida como lluvia de ideas, que permite generar ideas de manera espontánea sobre un tema determinado y que potencia el pensamiento creativo (Delgado, 2022; Legaz et al., 2017). El objetivo de esta dinámica fue identificar los recursos o componentes naturales de la zona y sus usos (ejemplo: cuerpos de agua, vegetación, fauna, pesca, etc.), considerando los periodos representados por cada equipo.

Los participantes anotaron en papeletas individuales el nombre del componente o recurso identificado, así como los usos asociados. Posteriormente en plenaria, las papeletas fueron agrupadas en función de su afinidad, discutiéndose la pertinencia de cada caso y eliminando aquellas que no fueran reconocidas por el pleno, a menos que se justificara adecuadamente su inserción. Una vez organizados los conjuntos de recursos y usos, se generaron matrices de interacción por periodo, con los usos o aplicaciones en las filas y los recursos en las columnas, visualizadas a manera de Metaplan (Habershon, 1993) en papeles rotafolio.

En la siguiente fase, con apoyo de personal técnico capacitado para la facilitación del proceso, se discutió al interior de cada equipo el posible impacto del uso sobre los recursos o componentes naturales, calificándolo como positivo, negativo o variable (cuando se consideró que pueden ocurrir ambos tipos de impacto de manera simultánea o sucesiva), y considerando además el supuesto de nula interacción.

Cada equipo de trabajo organizó la matriz de interacción de usos vs. recursos, y de igual manera se produjeron las matrices de interacción de usos vs. usos, para identificar conflictos actuales o potenciales entre usuarios de los recursos. Los resultados fueron presentados y discutidos en pleno para llegar al consenso de la información adquirida.

Finalmente, se llevó a cabo el mapeo de SE aplicando técnicas de cartografía social (Al-Kodmany, 2001; Cruz-López et al., 2022), iniciando con una introducción al concepto de SE y reforzando su interpretación a través de ejemplos. Posteriormente, se reorganizó a los asistentes en tres equipos, tratando de mantener diversidad de perfiles en cada uno. A cada equipo se le proporcionaron tres mapas base del área de interés, con diseño sencillo, resaltando rasgos físicos de fácil identificación (vías de comunicación, poblados, cuerpos de agua).

Cada mapa se utilizó para ubicar espacialmente SE del mismo tipo (abastecimiento, regulación y culturales), siendo identificados colectivamente y asociados con algún ecosistema, indicando con polígonos y símbolos de distinto color el SE identificado. Por último, se solicitó a cada equipo que, dentro de los SE reconocidos en cada mapa, eligieran los tres más importantes de acuerdo con su percepción para mencionarlos en la discusión plenaria, integrarlos cuando hubo diferencias entre equipos y de esta manera contar por consenso con la totalidad de los servicios propuestos por los integrantes de los tres equipos, llegándose con ello a la conclusión del taller.

Posterior a la celebración de los talleres, la cartografía derivada fue digitalizada e incorporada en un sistema de información geográfica (SIG) con el uso del programa ArcGis 10.3. Los polígonos marcados por los asistentes se mejoraron con el apoyo de otros insumos cartográficos (coberturas y usos del suelo del área y límites del acuífero proporcionados en los estudios de disponibilidad de agua subterránea).

Resultados

Servicios Ecosistémicos en Marismas Nacionales Sinaloa

En el primer taller participaron siete expertos del sector académico y ambiental, generándose un listado de los SE asociados con humedales costeros de MNS y el área circundante. Se determinó que Abastecimiento es el tipo de SE predominante, con cinco categorías y 16 de las 22 subcategorías incluidas por Vildary *et al.* (2012), destacando las categorías Alimento y Relacionado con el bosque, por el número de subcategorías, 6 y 4, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Servicios ecosistémicos de abastecimiento identificados en Marismas Nacionales Sinaloa (MNS).

Categoría	Subcategoría	Formas de uso en MNS
Alimento	Acuicultura (disponibilidad de suelos y agua de calidad)	Cultivo de camarón, tilapia
	Agricultura (disponibilidad de suelos fértiles y agua)	Cultivo de frutales y hortalizas
	Caza (biomasa)	Caza legal o clandestina
	Ganadería (disponibilidad de pastos y agua)	Ganadería
	Pesca (biomasa disponible)	Pesca de camarón y peces comerciales
	Recolección de marisco (biomasa disponible)	Recolección de ostión, jaiba (marisqueo)
Materiales	Explotación de salinas	Extracción artesanal de sal
	Extracción de agua para consumo	Para consumo humano, agricultura, ganado, acuicultura
	Combustible y energía	Corte, venta y uso de leña
Relacionado con el bosque	Extractos naturales	Extracción de miel, extracto de taninos del mangle rojo
	Madera	Construcción de viviendas, corrales, tapos (arte de pesca artesanal)
	Principios medicinales	Infusiones de hoja de mangle rojo para limpieza de riñones y mejoría de sistema circulatorio. Utilizan plantas de la región para curar enfermedades.
Relacionado con plantas	Recursos ornamentales	Confección de Barcinas (canasto de palma y tule para conserva de camarón seco).
	Uso tradicional	Artesanías con hojas y ramas de mangle rojo, elaboración de barcinas
Soporte físico	Comunicaciones	Conchas de moluscos para construcción de caminos
	Infraestructura	Las conchas de moluscos se usan para construir colectores de semilla para ostricultura

Fuente: Elaboración propia.

Para los SE de Regulación y Culturales se identificaron tres categorías en cada caso, siendo más numerosas las subcategorías relacionadas con los SE Culturales (7), mientras que con los de regulación sólo se asociaron cinco, en ambos casos con una variedad de formas de uso en MNS (Tabla 2).

Tabla 2. Servicios ecosistémicos de regulación y culturales identificados en Marismas Nacionales Sinaloa (MNS).





Regulación		
Categoría	Subcategoría	Formas de uso en MNS
Ciclos	Formación de suelos	Fertilidad del suelo
	Regulación climática	Microclima
	Regulación del aire	Captura de CO ₂
Refugio	Mantenimiento de hábitat	El acuífero es factor de importancia para mantener el funcionamiento del ecosistema de manglar (aportación de agua dulce) Marismas y manglares como parte del mantenimiento del hábitat
Reproducción	Viveros naturales	Peces y crustáceos de importancia ecológica y comercial, Zonas de alimentación y descanso de aves acuáticas migratorias y residentes Manglares y marismas
Culturales		
Categoría	Subcategoría	Formas de uso en mns
Didáctico	Educación - Interpretación	Excursiones
		Aprendizaje académico
		Investigación científica
Disfrute	Belleza del paisaje	Disfrute del paisaje
		Campismo
	Ecoturismo	Ecoturismo (paseos en kayaks, en lancha para observación de aves, campismo, pesca)
		El Mezcal (sitio turístico-embarcadero)
		Teacapán (sitio turístico)
		Playa Las Cabras
Recreación/relajación	Observación de aves	
	Observación del paisaje	
Identidad	Espirituales	Tranquilidad
	Patrimonio cultural e histórico	El Calón, centro ceremonial donde realizan Temascales (El Trébol)
		Patrimonio arqueológico El Calón (Pirámide de Conchas)
	Sentido de pertenencia	Identidad cultural y social-fiesta de Las Cabras
		El Mezcal
		Playa Las Cabras
		Marismas y manglares como parte del mantenimiento del hábitat

Fuente: Elaboración propia.

Interacciones entre usuarios y recursos o componentes naturales

En el segundo taller se contó con la presencia de 11 actores clave del género masculino, representando a tomadores de decisiones de la Conanp, una mesa directiva ejidal, una organización de la sociedad civil, representantes de la Federación de Cooperativas Pesqueras, del área turística, así como del sector académico.

Al analizar las interacciones entre usos y recursos en el pasado, del total identificado (61), la mayoría se reconocen como interacciones negativas (53), asociadas con actividades primarias como agricultura y la actividad forestal, y en menor medida la pesca y ganadería (Tabla 3). A lo anterior se suman la minería (extracción de sal) y festividades, que, aunque de carácter anual y corta duración, llegan a concentrar en la zona de playa cerca de 50 000 visitantes (Grave, 2021), generando impactos negativos como la contaminación visual y auditiva, así como la generación de residuos sólidos. Con impacto positivo sólo se destacó a la apicultura.

Tabla 3. Matriz de interacción entre usos y recursos o componentes naturales en el pasado. Tipo de interacción:  positiva;  negativa;  variable;  nula.

Usos o aplicaciones	Recurso o componente natural														Interacción				
	1. Polinización	2. Paisaje	3. Playas	4. Suelo	5. Carnarón	6. Agua	7. Escarna	8. Sal	9. Ostión	10. Fauna silvestre	11. Mangle	12. Palmas	13. Flora	14. Conchales	TOTAL				
1. Ganadería															7	0	6	1	7
2. Agricultura															12	0	11	1	2
3. Pesca															7	0	7	0	7
4. Apicultura															5	5	0	0	9
5. Forestal															11	0	11	0	3
6. Cacería															2	0	2	0	12
7. Minería (sal)															6	1	5	0	8
8. Recreación															3	0	3	0	11
9. Construcción															3	0	3	0	11
10. Cultural (festivo)															5	0	5	0	9

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al periodo actual, se determinó que el mayor impacto negativo se atribuye a actividades de comercio, por los residuos sólidos y los diferentes tipos de contaminación generada, así como el promovido por los asentamientos humanos, que incrementan el volumen de desechos sólidos y las descargas de drenaje urbano. De igual manera, se señala a las actividades relacionadas con el crecimiento urbano como las vías de comunicación, el drenaje y la construcción de infraestructura cercanas a las zonas de humedales, las cuales contribuyen a la fragmentación de estos ecosistemas. También se destacó el cambio de usos de suelo en la zona, que afecta la permanencia de lagunas, estuarios, marismas y manglares. Finalmente, se incluye a la agroindustria (procesamiento de frutas y hortalizas), principalmente por vertimiento de agroquímicos contaminantes, de fuentes puntuales y no puntuales, que llegan a impactar al sistema estuarino-lagunar, incrementando la eutrofización natural e inclusive con potencial para contaminar mantos freáticos (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de interacción entre usos y recursos o componentes naturales en la época actual.

Tipo de interacción:  positiva;  negativa;  variable;  nula.

Usos o aplicaciones	Recurso o componente natural															Interacción			
	1. Abejas	2. Manglar	3. Culturales	4. Paisaje	5. Plantas	6. Pesca y recolección	7. Minería (sal, grava, arena)	8. Aves	9. Pastizales	10. Ríos y arroyos	11. Animales (ganado)	12. Mar	13. Cuerpos de agua y tierra	14. Fauna silvestres	15. Aire	TOTAL			
1. Apicultura															8	6	1	1	7
2. Uso medicinal															6	5	0	1	9
3. Recreación y turismo															13	0	0	13	2
4. Educación/investigación															15	15	0	0	0
5. Comercio															13	0	11	2	2
6. Pesca															9	0	7	2	6
7. Acuicultura															10	0	6	4	5
8. Artesanía															5	0	4	1	10
9. Ganadería															11	0	3	8	4
10. Autoconsumo															11	1	5	5	4
11. Leña															9	0	8	1	6
12. Depósito de emisiones															15	0	0	15	0
13. Conservación															15	15	0	0	0
14. Salineras															5	3	1	1	10
15. Cacería															3	0	2	1	12
16. Pedreras (cribas)															7	0	5	2	8
17. Agricultura															13	1	6	6	2
18. Vías de comunicación															14	0	8	6	1
19. Drenaje urbano															13	0	13	0	2
20. Construcción															13	0	12	1	2
21. Agroindustria															10	0	10	0	5

Fuente: Elaboración propia.

Aunado a lo anterior, para fechas actuales también se incluyen actividades como la agricultura, la pesca, la acuicultura, la ganadería y el autoconsumo como generadores de impacto negativo. Particularmente para la pesca, se señalan prácticas no sustentables, como la pesca ilegal durante veda, la captura de tallas pequeñas, el uso de artes de pesca no reglamentarios y el uso indiscriminado de alimento industrial para atraer camarón, conocido comúnmente como "purina". En el caso de la ganadería y la acuicultura, provocan la modificación del paisaje natural y afectan a las especies silvestres; sin embargo, algunos talleristas perciben que las zonas en donde se realizan estas actividades pueden seguir funcionando como hábitat aún con las alteraciones que provocan.

Relaciones entre usuarios en Marismas Nacionales Sinaloa

Con respecto a las matrices de interacción entre usuarios, se evidenció un incremento de 12 a 19 usuarios entre los periodos pasado y actual, lo que supone una mayor diversificación. Del total de posibles interacciones en la época pasada (144), la mayoría fueron consideradas como interacciones positivas (28.4%), destacando la participación de usuarios que usan las playas con fines lúdicos, quienes tuvieron participación con el resto de los usuarios. Otros usuarios con interacción positiva relevante fueron los salineros y pescadores. En menor medida se dieron interacciones negativas (5.5%), siendo las de agricultores con ganaderos y pescadores, así como la de ejidatarios con Vías de comunicación y con Actividades forestales, las más sobresalientes (Tabla 5).

Tabla 5. Matriz de interacción entre usuarios en época pasada. Tipo de interacción:  positiva;  negativa;  variable;  nula.



Usuarios	Usuarios													Interacción			
	1. Usuarios de playas*	2. CT	3. Turismo local	4. Salineros	5. Industriales	6. Cazadores	7. Forestales	8. Apicultores	9. Agricultores	10. Ganaderos	11. Pescadores	12. Ejidos	Total				
1. Usuarios de playa*													11	11	0	0	1
2. Comunicación y Transporte (CT)													2	1	1	0	10
3. Turismo local													2	2	0	0	10
4. Salineros													6	6	0	0	6
5. Industriales													2	2	0	0	10
6. Cazadores													4	2	0	2	8
7. Forestales													5	4	1	0	7
8. Apicultores													2	2	0	0	10
9. Agricultores													2	0	2	0	10
10. Ganaderos													6	4	1	1	6
11. Pescadores													6	5	1	0	6
12. Ejidos													5	2	2	1	7

*Específicamente para personas que usan la playa con fines lúdicos (Fiesta de las Cabras).

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la etapa actual, nuevamente se manifestaron de manera sobresaliente las interacciones positivas (40%), destacando las observadas para los usuarios denominados Comerciantes y Transportistas, cada uno con 14 de 18 posibles interacciones con otros usuarios, así como la de Educador/Investigador con 13. Este incremento puede asociarse básicamente con el crecimiento poblacional y sus necesidades de servicios, así como por la introducción o intensificación de actividades como la acuicultura y el turismo, incipientes aun a finales del siglo pasado. Inclusive, dichas actividades han propiciado un aumento en la participación de otros grupos, como artesanos, constructores, tour operadores y transportistas (Tabla 6).

Complementariamente, se ha propiciado la presencia de técnicos especializados en el manejo de drenaje y otras actividades asociadas con la acuicultura y agricultura, así como el incremento en la participación de grupos conservacionistas, asociados o no con instituciones académicas que realizan investigación de tipo ambiental o social en la región, reflejando las necesidades actuales de generación de conocimiento y de participación social. Las pocas interacciones negativas percibidas se mantienen hasta la época actual, principalmente entre usuarios que realizan actividades primarias, quienes se ven perjudicados así mismos debido a las alteraciones que provocan dichas actividades y que contribuyen de alguna manera a la disminución de biomasa aprovechable en dichos ecosistemas; provocados por la contaminación, la modificación del hábitat, la generación de enfermedades y la pérdida de biodiversidad. Esto provoca una percepción negativa al generar, en alguna medida, pérdidas económicas en las actividades productivas que realizan los usuarios. En el caso del sector ambientalista, se observa que las interacciones que ocurren en la zona son variables, ya que al mismo tiempo que se promueve la conservación de los ecosistemas y las especies de la zona (positivo), se busca regular el aprovechamiento de los recursos naturales, con la promoción de mejores prácticas de manejo, considerado como negativo para el sector usuario.

Tabla 6. Matriz de interacción entre usuarios en época actual. Tipo de interacción:  positiva;  negativa;  variable;  nula.

Usuarios	Usuarios																			Interacción				
	1. Apicultor	2. Hierbero	3. Tour op.	4. Educ./Invest.	5. Comerciante	6. Pescador	7. Acuicultor	8. Artesano	9. Ganadero	10. Leñador	11. Conservación	12. Salineros	13. Cazador	14. Minero	15. Agricultor	16. Transportista	17. Constructor	18. Agroindustria	19. Drenaje	Total				
1. Apicultor																				7	7	0	0	12
2. Hierbero																				3	3	0	0	16
3. Tour operador																				12	9	0	3	7
4. Educador / Investigador																				13	13	0	0	6
5. Comerciante																				15	14	1	0	4
6. Pescador																				13	9	2	2	6
7. Acuicultor																				10	7	2	1	9
8. Artesano																				8	8	0	0	11
9. Ganadero																				12	9	2	1	7
10. Leñador																				10	5	4	1	9
11. Conservación																				19	6	1	12	0
12. Salineros																				11	11	0	0	8
13. Cazador																				8	2	3	3	11
14. Minero																				6	4	0	2	13
15. Agricultor																				9	7	1	1	10
16. Transportista																				15	14	1	0	4
17. Constructor																				9	8	0	1	10
18. Agroindustria																				9	7	2	0	11
19. Drenaje																				5	0	4	1	14

Fuente: Elaboración propia.

Mapeo participativo de los Servicios Ecosistémicos

Durante esta actividad, se determinó de manera aproximada la ubicación de las áreas de suministro de SE, percibidas de manera conjunta por los participantes, destacando en número los servicios de Abastecimiento (9) y Culturales (6), en tanto que para los de Regulación sólo se indicaron tres tipos de ecosistema de manera general (Tabla 7).

Tabla 7. Servicios ecosistémicos identificados en mapeo participativo.

Tipo de Servicio	SE identificados
Abastecimiento	Pesca Agricultura Ganadería Apicultura Acuicultura Criba para material de construcción Salineras Cacería Leña y madera
Culturales	Centro ceremonial (Temazcal El Trébol) Pirámide El Calón (Sitio Arqueológico) Colinas de Contreras (Sitio Arqueológico) El Mezcal (sitio turístico-embarcadero) Teacapán (sitio turístico-embarcadero) Playa Las Cabras (sitio turístico-festividades)
Regulación	Acuífero Marismas Manglar

Fuente: Elaboración propia.

Los principales servicios de Abastecimiento cartografiados corresponden a aquellos que se derivan principalmente de actividades de producción primaria como la pesca, la agricultura y la ganadería, así como de zonas de obtención de arena y sal (minería), desarrollados en diversas zonas del área de estudio, pero principalmente asociadas con humedales costeros como lagunas, manglares, esteros. En particular para las zonas de selva baja caducifolia, éstas fueron mapeadas como áreas proveedoras de leña y madera para construcción (Figura 2a).

Por otro lado, aunque no son propiamente ambientes naturales, se incluyeron elementos tales como vías de comunicación e infraestructura contiguas a áreas naturales, que fueron considerados por proporcionar conectividad entre puntos de interés y la posibilidad de construcción de infraestructura.

Con respecto a los SE de regulación, en los mapas finales se integró principalmente a los sistemas de manglar y marismas, referidos por los participantes, pero también se incluyen los acuíferos de Agua Grande y del río Baluarte, que, si bien no fueron identificados cartográficamente, sí fueron mencionados como importantes fuentes de agua para las diversas actividades económicas realizadas en la región (Figura 2b). En lo que corresponde a los SE Culturales, se incluyeron sitios que, a juicio de los participantes, tienen relevancia cultural y/o religiosa, los cuales brindan identidad y sentido de pertenencia a los lugareños, pero también marcaron sitios a los que se asigna algún tipo de atractivo y que por lo tanto tienen valor actual o potencial para actividades turísticas, como es el caso de la pirámide de conchas El Calón, el poblado de El Mezcal y la playa de Las Cabras (Figura 2c).

Los espacios más importantes para los usuarios que participaron en el mapeo participativo son los que les proporcionan SE de abastecimiento, entendidos como tales la pesca, la agricultura, la ganadería y la acuicultura, que son las actividades económicas que sustentan a las comunidades de la zona. En lo que respecta a SE culturales, el centro ceremonial El Trébol, la pirámide de El Calón y las playas de Teacapán son los puntos más relevantes, relacionados con la herencia cultural de la zona y que son aprovechados también para actividades turísticas y de recreación. Por último, las tres zonas de servicios de regulación identificadas a través del mapeo (marismas, manglares y acuíferos) fueron designadas también como prioritarias, al reconocerse que ayudan al proceso de filtración y mitigación de inundaciones (marismas y manglares), a la regulación del clima, para el secuestro de carbono y como precursores en la formación de suelos (manglares). Por su parte, los acuíferos son importantes para el funcionamiento del ecosistema y aportan agua dulce a los esteros.

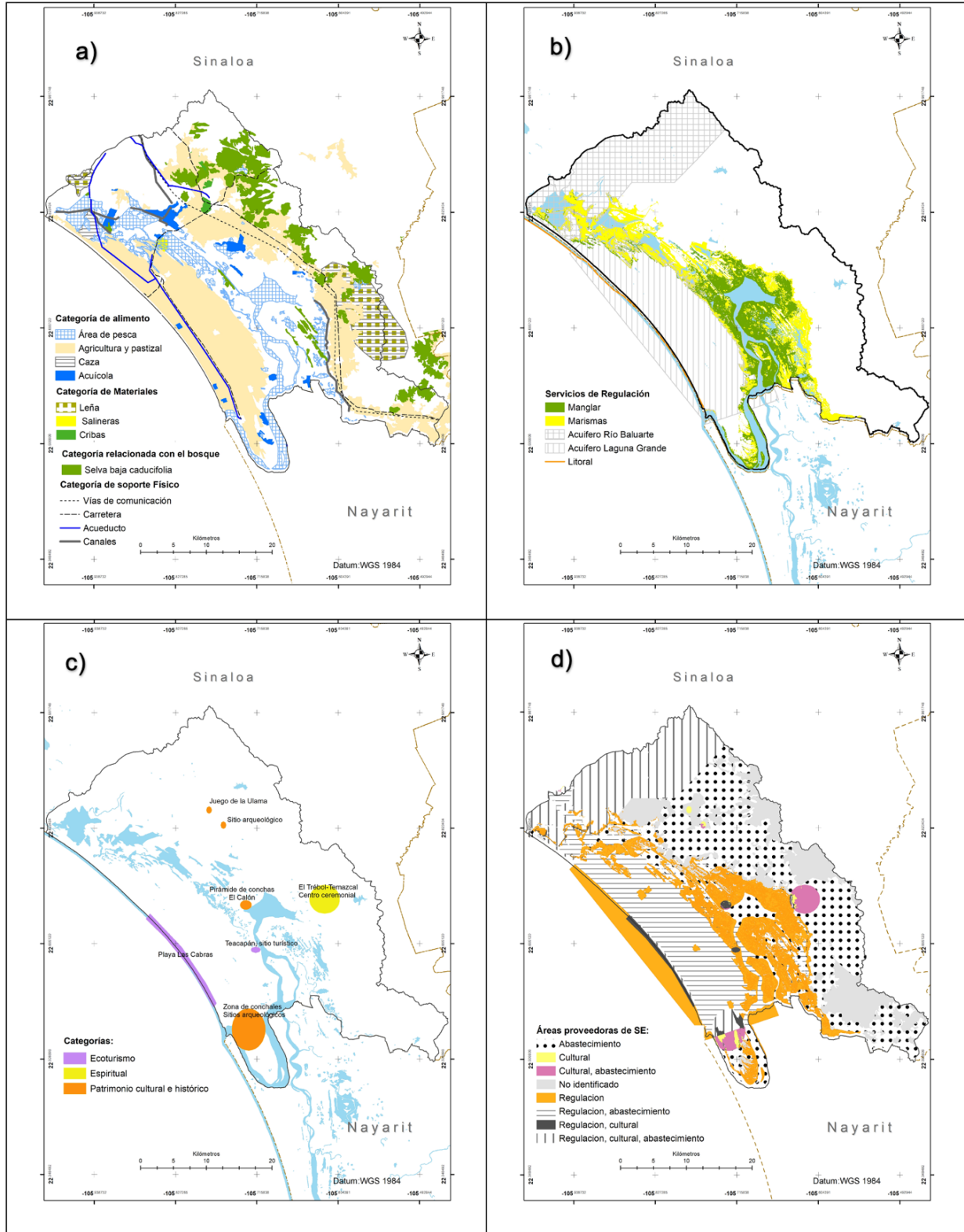


Figura 2. Ubicación espacial de Servicios Ecosistémicos (SE) identificados comunitariamente en Marismas Nacionales Sinaloa. a) SE de abastecimiento; b) SE de regulación; c) SE culturales, d) Áreas de traslape de servicios ecosistémicos.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se realizó un cruce con la información anterior, a partir de lo cual fue posible determinar de manera amplia las unidades de paisaje que pueden suministrar más de un tipo de servicios ecosistémicos simultáneamente (Figura 2d), lo cual puede incrementar su importancia para conservación y manejo. En ese sentido, los sitios de traslape se observan principalmente en zonas donde coinciden áreas de importancia cultural y zonas agrícolas (SE culturales y de abastecimiento), pero también, existen zonas en donde se traslapan servicios culturales y/o de abastecimiento con los de regulación. Por tal motivo, son sitios donde debe focalizarse la atención para que las actividades económicas que se realizan en ellos, no pongan en riesgo los servicios de regulación existentes, como es el caso de sitios donde se ubican acuíferos.

Discusión

Existen diferentes marcos conceptuales y metodológicos para el estudio de SE (Balvanera & Cotler, 2007; Camacho-Valdez & Ruiz-Luna, 2012), y pese a sus limitaciones, el propuesto por Millennium Ecosystem Assessment (MEA) es el más utilizado por distintos grupos de trabajo (Finisdore *et al.*, 2020; Fisher *et al.*, 2009) y reconocido por proporcionar mayor entendimiento sobre el concepto de SE.

Por ello, en el presente estudio se aplicó la clasificación de MEA (2005), complementada con la clasificación modificada de Vilarly *et al.* (2012) para categorías y sub-categorías de SE, buscando facilitar la comprensión de los usuarios y otros participantes interesados, sobre los SE ofrecidos por MNS y con ello sustentar el proceso de mapeo, a fin de obtener información detallada para el sitio de estudio.

En esta región se han documentado servicios ecosistémicos, principalmente de aprovisionamiento, como la pesca (Carvajal *et al.*, 2011; Carvajal-Rascón *et al.*, 2017), la acuicultura y la agricultura (Akker *et al.*, 2012), aunque con el enfoque de actividad productiva más que como SE. Sin embargo, los mismos autores también incluyen otros procesos que derivan en SE, como la protección costera, el secuestro de carbono, los organismos filtradores, las reservas de agua dulce, el bosque maderable nativo y su fauna asociada. Más recientemente, la lista de SE reconocidos para esta región, en particular los proporcionados específicamente por humedales costeros, incluye los relacionados con la obtención de biomasa a través de la actividad pesquera que permite el autoconsumo y la comercialización de sus productos, actividades recreativas, refugio de especies, control de inundaciones, protección contra tormentas, mejoramiento de la calidad del agua, alimento, producción de oxígeno, entre otros (Cervantes-Escobar & Camacho-Valdez, 2021; Cervantes-Escobar *et al.*, 2023).

Los resultados del presente estudio coinciden al determinar que los servicios de aprovisionamiento más importantes para los usuarios tienen que ver con la producción de biomasa a través de actividades primarias como la agricultura, la ganadería, la pesca y la acuicultura, que son las formas básicas de sustento en la zona. Con la realización de talleres participativos fue posible integrar la percepción de diferentes tipos de saberes (por ejemplo, científico, empírico), permitiendo conocer una mayor diversidad de SE de este tipo, con cinco categorías y un mayor número de sub-categorías y usos y beneficios que este complejo de humedales costeros brinda a los pobladores y cuya identificación suele ser compleja a través de otras metodologías no participativas. La información permite visualizar a su vez el aumento en el número de usuarios a través del tiempo, lo que supone mayor presión sobre los recursos del área.

También es importante resaltar que los SE de regulación fueron los menos reconocidos en el presente trabajo, tanto en el comparativo de épocas como a través del mapeo, por lo que es recomendable promover estrategias que aporten conocimiento a las comunidades de la zona en cuanto a la importancia de los ecosistemas en la generación de múltiples servicios ecosistémicos, enfatizando en SE de regulación, para que los habitantes locales los tengan presentes y sean sensibles a posibles estrategias de manejo.

Las matrices utilizadas para identificar usuarios de los recursos y sus relaciones son una herramienta útil para los tomadores de decisión (Cicin-Sain & Knecht, 1998), ya que permiten comprender la complejidad y las diferentes interacciones entre usos y recursos de un territorio, desde la perspectiva de los propios usuarios. Se ha observado que en áreas protegidas marinas y costeras la gobernanza depende de las relaciones y las interacciones entre el sistema de gobernanza, entendido como las instituciones y mecanismos de dirección y el sistema gobernado (ecosistemas, recursos y usuarios).

Entonces, identificar a los usuarios y sus interacciones es un tema necesario para un análisis apropiado del tema (Havard *et al.*, 2015), siendo recomendable continuar con el análisis de dichas relaciones entre los usuarios, y entre éstos con sus recursos, ya que es un reflejo de la dinámica socioambiental que puede apoyar la sana toma de decisiones (Baskent, 2020), sobre todo si se asume que pueden generarse diferencias en el tiempo, como se observa en MNS, en donde hubo un incremento en el número de usuarios de los recursos naturales y sus interacciones, y en la intensidad de aprovechamiento de los mismos recursos.

Es importante notar que, pese a dichos cambios, no se observó un incremento notable en el número de interacciones negativas, como originalmente se esperaba, posiblemente debido a que los usuarios han diversificado su aprovechamiento, es decir, una misma persona puede dedicarse a la actividad pesquera, a la agricultura y al ecoturismo de manera alternada. De ahí resalta la importancia de un manejo integral de los ecosistemas, con una visión amplia que, a través del adecuado manejo y conservación del territorio, permita la diversificación en el aprovechamiento de recursos naturales, reduciendo la vulnerabilidad de los usuarios.

Aunque MNS no cuenta aún con decreto federal para su protección, existen diversos esfuerzos por conservar el área, por lo que el presente trabajo contribuye con información que permite visibilizar a usuarios que a menudo no son considerados y conocer cómo interactúan entre ellos y con los recursos que utilizan, lo cual debería ser tomado en cuenta para herramientas de planificación del área.

Se sabe que la información espacial sobre servicios ecosistémicos es importante para evaluar espacialmente los intercambios y sinergias de SE, por lo que en la última década se ha observado un incremento en estudios sobre mapeo de servicios ecosistémicos (Nelson & Daily, 2010; Scemama *et al.*, 2022), con lo cual se facilita la priorización de áreas que permitirán la alineación de múltiples objetivos de conservación (Tallis *et al.*, 2008). Así, la cartografía social permite incrementar el acervo de conocimiento y da sentido de apropiación a los habitantes locales, permitiendo la transferencia de conocimiento y ayudando a recabar información, potenciando el desarrollo de los involucrados (Valderrama-Hernández, 2013).

Estas técnicas pueden aplicarse en la planeación y desarrollo de estrategias de manejo y conservación, siendo flexibles en cuanto a su implementación, en función de las características de los grupos, del objeto de estudio y del alcance social y político definidos por los colectivos. Brindan además las condiciones necesarias para que los participantes cuenten con elementos que les permitan mostrar y reflexionar su propia realidad a través de la construcción de mapas (Barragán & Amador, 2014), promoviendo la participación proactiva, con un costo de aplicación bajo (Al-Kodmany, 2001), resultados útiles para los propósitos del presente estudio. Además, el mapeo de servicios ecosistémicos puede proporcionar información de relevancia para la identificación de áreas prioritarias dentro de los procesos de ordenamiento territorial, y también para la gestión de las áreas naturales protegidas (Balvanera *et al.*, 2017; Rozas-Vázquez *et al.*, 2018) e inclusive en el diseño de estrategias de conectividad, como lo mencionan Díaz-Gallegos *et al.* (2010) para el caso del corredor Mesoamericano en México.

Aunque previamente se contaba con información técnica sobre la extensión y superficie de los humedales costeros de la zona, incluyendo su valoración económica (Camacho-Valdez *et al.*, 2013), el presente trabajo aporta nueva información al ubicar espacialmente zonas proveedoras de servicios ecosistémicos de interés específico para los habitantes. La elaboración de cartografía social permitió conocer la percepción de los participantes sobre los sitios que reconocen como suministradores de SE, haciendo evidente la importancia de una gestión adecuada de los recursos naturales, dado que identifican a zonas con mayor relevancia en función de su capacidad para suministrar diferentes SE al mismo tiempo.

El proceso de identificar los ecosistemas dentro de un área de interés y después reconocer los SE que estos proporcionan, es una alternativa que no carece de complejidad, dado que no se cuenta aún con elementos estándares para determinar que SE ofrece cada ecosistema y el resultado puede ser variable, dependiendo de la escala y de los usuarios. Por ello, es probable que se requiera la agregación de SE en "supersets" y una estandarización a nivel internacional de los tipos de SE (Bordt & Saner, 2019). En ese sentido, en este trabajo se siguió la propuesta de Vilarity *et al.* (2012) para categorías y subcategorías que, aunque más fácilmente comprensibles, se incrementan en número, requiriendo una depuración para asimilarlos a otros estudios afines. De cualquier manera, esta categorización muestra la importancia de los ecosistemas para sus usuarios y puede contribuir a su valoración económica y social, al tiempo que facilite la incorporación de información espacial sobre los SE con mayor detalle, aplicable a futuras herramientas de ordenamiento de las actividades en MNS.

Cabe mencionar que, aunque los manglares están entre los humedales costeros más reconocidos por los SE que ofrecen, y siendo además de los escasos humedales con protección legal, existen otros como las marismas que tienen un valor económico considerable, con base en estándares internacionales (\$39 721 USD por hectárea), atribuido principalmente a sus servicios de regulación. Sin embargo, en la región no se les reconoce como fuentes importantes de SE y son considerados como zonas improductivas, siendo uno de los ecosistemas costeros más afectados en Sinaloa por el crecimiento de la frontera agrícola y acuícola (Berlanga-Robles *et al.*, 2024; Hernández-Guzmán *et al.*, 2021). Los resultados del presente trabajo indican que, al igual que las marismas, existen otros elementos del paisaje que son importantes en el suministro de SE, aunque regularmente éstos no sean reconocidos como tal.

Por lo anterior, debe reconocerse el valor de la participación social y garantizar su involucramiento en el desarrollo regional, pero al mismo tiempo debe garantizarse que la población participante esté bien informada, para una mejor toma de decisiones.

El trabajo participativo ha sido utilizado y recomendado en la región por otros autores (Cervantes-Escobar *et al.*, 2023; De la Rosa-Velázquez & Ruiz-Luna, 2023), considerando que incluir la percepción de las comunidades locales sobre el estado de los ecosistemas con los que interaccionan ayuda a integrar y a orientar acciones para su manejo, conservación y disfrute de los SE que de ellos se derivan; pero también deben considerarse mecanismos para que la información obtenida retroalimente a los colectivos y mejore su capacidad para la toma de decisiones. Esto implica que dentro de los procesos participativos se incluyan recursos para la socialización y difusión de la información entre las personas que participan en dichos procesos y los tomadores de decisiones.

Sin embargo, también es necesario construir los puentes para que los resultados de los procesos participativos sean contemplados dentro de la toma de decisiones y no queden sólo como ejercicios académicos, sin efecto en el manejo de los recursos naturales. A menudo, quienes realizan procesos participativos se enfrentan con dificultades como asegurar la continuidad de éstos, la comunicación eficaz, la falta de claridad en cuanto a la vinculación de las herramientas de manejo y su implementación o injerencia real; por lo tanto, deben aplicarse las herramientas de política ambiental que promueven la participación social y garantizar que los resultados sean vinculantes en la toma de decisiones (Azuela, 2006), así como establecer mecanismos para la rendición de cuentas cuando los planes participativos se implementen de manera inadecuada u omitan la participación de grupos marginados o comunidades indígenas (Cabrera, 2000; Wilder, 2010).

Conclusiones

Mediante ejercicios participativos se logró identificar 28 sub-categorías de servicios ecosistémicos; 16 de abastecimiento, ocho culturales y cinco de regulación. Se mapearon áreas suministradoras de servicios de abastecimiento, regulación y culturales. Se observan interacciones entre los diferentes usuarios de los recursos de MNS en épocas pasadas y en el presente; en la mayoría son interacciones positivas. Las actividades que se realizan en la zona se perciben en su mayoría con interacciones negativas. El presente trabajo sirve de línea base para estudios actuales y futuros que requieran analizar el capital natural de la zona y una valoración más completa de servicios ecosistémicos. El mapeo de los servicios ambientales es una herramienta importante para los tomadores de decisiones y para las instituciones, ya que les permite identificar espacialmente cuáles áreas son primordiales para mantener el suministro de los servicios ecosistémicos, además de ser indispensable para los planes de manejo a futuro; se recomienda profundizar en el mapeo de los SE. Finalmente, se requiere que los tomadores de decisiones conozcan los principales componentes naturales de la zona, su distribución espacial, así como el flujo de servicios que aportan a la sociedad para gestionarlos de manera sustentable. Es indispensable que cualquier propuesta de uso y manejo del territorio de la zona gestione de manera sustentable, conserve y restaure los elementos del paisaje que están suministrando servicios ecosistémicos, haciendo énfasis en los que prestan servicios de regulación, como los manglares, las marismas y el acuífero; ya que, al no conservar estos elementos del ecosistema, se estaría comprometiendo el funcionamiento del mismo, el suministro de servicios y el bienestar humano de los locales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Pronatura Noroeste A. C. por el apoyo para la realización de los talleres participativos. A Conahcyt y a los académicos, actores y usuarios de Marismas Nacionales Sinaloa por su participación en los talleres.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Referencias

- Akker, I., Corona, M., Lummis, S., Wong, H., & Zabel, C. (2012). *Marismas Nacionales Conservation & Carbon Sequestration, preliminary report*. Stanford Students Environmental Consulting, Stanford University.
- Al-Kodmany, K. (2001) Visualization tools and methods for participatory planning and design. *Journal of Urban Technology*, 8(2), 1-37, <https://doi.org/10.1080/106307301316904772>
- Asselen, S. V., Verburg, P. H., Vermaat, J. E., & Janse, J. H. (2013). Drivers of wetland conversion: a global meta-analysis. *PLoS One*, 8(11), e81292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081292>
- Azuela, A. (2006). *Visionarios y pragmáticos: una aproximación sociológica al derecho ambiental*. Fontamara/UNAM. <https://antonioazuela.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/02/visionarios-y-pragmatic3a1ticos.pdf>
- Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*, (84-85), 8-15. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908502.pdf>
- Balvanera, P., Quijas, S., Martín-López, B., Barrios, E., Dee, L., Isbell, F., Durance, I., White, P., & Blanchard, R. (2017). The links between biodiversity and ecosystem services. En M. Potchin, R. Haines-Young, & K. Turner (Eds.), *Handbook of Ecosystem Services* (pp.45-59). Earthscan. <https://doi.org/10.4324/9781315775302-5>
- Barnaud, C., & Antona, M. (2014). Deconstructing ecosystem services: uncertainties and controversies around a socially constructed concept. *Geoforum*, 56, 113-123. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2014.07.003>
- Barragán, D. F., & Amador, J. C. (2014). La cartografía social-pedagógica: una oportunidad para producir conocimiento y re-pensar la educación. *Itinerario Educativo*, 28(64), 127-141. <https://doi.org/10.21500/01212753.1422>
- Baskent, E. Z. (2020). A framework for characterizing and regulating ecosystem services in a management planning context. *Forests*, 11(1), 102. <https://doi.org/10.3390/f11010102>
- Berlanga-Robles, C. A., & Ruiz-Luna, A. (2002). Land use mapping and change detection in the coastal zone of northwest Mexico using remote sensing techniques. *Journal of Coastal Research*, 18(3), 514-522. https://www.researchgate.net/publication/280015628_Land_use_mapping_and_change_detection_in_the_coastal_zone_of_northwest_Mexico_using_remote_sensing_techniques
- Berlanga-Robles, C. A., Fernández, G., Ruiz-Luna, A., Cervantes-Escobar, A., & Castellanos-Tapia, F. (2024). Landscape changes in a critical subtropical coastal wetland in northwestern Mexico: Is shrimp farming a driver concern? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 302, 108754. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108754>
- Berlanga-Robles, C. A., & Ruiz-Luna, A. (2007). Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de satélite Landsat. *Universidad y Ciencia*, 23(1), 29-46. <https://www.redalyc.org/pdf/154/15423104.pdf>
- Berlanga-Robles, C. A., & Ruiz-Luna, A. (2020). Assessing seasonal and long-term mangrove canopy variations in Sinaloa, Northwest Mexico, based on time series of enhanced vegetation index (EVI) data. *Wetlands Ecology and Management*, 28, 229-249. <https://doi.org/10.1007/s11273-020-09709-0>
- Berlanga-Robles, C. A., Ruiz-Luna, A., & Nepita, M. R. (2019). Seasonal trend analysis (STA) of MODIS vegetation index time series for the mangrove canopy of the Teacapan-Agua Brava lagoon system, Mexico. *GIScience & Remote Sensing*, 56(3), 338-361. <https://doi.org/10.1080/15481603.2018.1533679>
- Bordt, M., & Saner, M. (2019). Which ecosystems provide which services? A meta-analysis of nine selected ecosystem services assessments. *One Ecosystem*, 4, e31420.
- Boyd, J., & Banzhaf, J. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63(2-3), 616-626. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.01.002>
- Brown, G., & Fagerholm, N. (2015). Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: a review and evaluation. *Ecosystem Services*, 13, 119-133. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007>
- Cabrera, E. (2000). Usos y costumbres en la hechura de las políticas públicas en México. Límites de las policy sciences en contextos cultural y políticamente diferentes. *Gestión y Política Pública*, 9(2), 189-229. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13309201>
- Camacho-Valdez, V., & Ruiz-Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4), 3-15. <https://doi.org/10.15741/revbio.01.04.02>

- Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A., & Nunes, P. A. L. D. (2013). Valuation of ecosystem services provided by coastal wetlands in northwest Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 78, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.02.017>
- Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A., Berlanga-Robles, C. A., & Nunes, P. A. L. D. (2014). Effects of land use changes on the ecosystem service values of coastal wetlands. *Environmental Management*, 54(4), 852-864. <https://doi.org/10.1007/s00267-014-0332-9>
- Carvajal, M., Bolado, M. E., Sáenz, A. A., & Rolón, E. (2011). *Servicios ambientales en Marismas Nacionales. Percepción histórica de sus habitantes*. <https://sumar.org.mx/media/projects/servicios-ambientales/docs/20110510%20-%20Documento%20-%2001%20-%20Servicios%20Ambientales%20de%20Marismas%20Nacionales.pdf>
- Carvajal-Rascón, M. A., Torres-Origel, J. F., Farell-Campos, S. G., Bolado-Martínez, E., & Martínez-Escalante, G. (2017). *La pesca en Marismas Nacionales 2001-2015*. <https://sumar.org.mx/media/projects/pescavante/docs/La%20pesca%20en%20Marismas%20Nacionales%202001-2015.pdf>
- Cervantes-Escobar, A., & Camacho-Valdez, V. (2021). Importancia de los humedales y sus servicios ecosistémicos en el sur de Sinaloa. En A. Cervantes-Escobar, R. Hernández-Guzmán & A. Montijo-Galindo (Eds.), *Vulnerabilidad costera en el noroeste de México. Un enfoque multidisciplinario* (pp. 165-185). CIAD.
- Cervantes-Escobar, A., Ruiz-Luna, A., & Berlanga-Robles, C. A. (2023). Social perceptions of ecosystem services delivered by coastal wetlands: their value and the threats they face in northwestern Mexico. *Ethnobiology and Conservation*, 12. <https://doi.org/doi:10.15451/ec2023-02-12.06-1-15>
- Cicin-Sain, B., & Knecht, R. W. (1998). *Integrated coastal and ocean management: concepts and practices*. Island Press.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor) (2020). *El Gobierno de México apoya a dueños y poseedores de bosques, selvas, manglares, humedales y zonas áridas*. Conafor. <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., & Van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 38, 253-260. https://www.researchgate.net/publication/40197297_The_value_of_the_world's_ecosystem_services_and_natural_capital_Nature#fullTextFileContent
- Cruz-López, L., Digón-Regueiro, P., & Méndez-García, R. M. (2022). Social cartography as a participatory process for mapping experiences of Education for Sustainable Development and Global Citizenship: an account of the design. *International Journal of Research & Method in Education*, 45(2), 212-224. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2021.1966621>
- Davidson, N. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934-941. <https://doi.org/10.1071/MF14173>
- De la Lanza, G., Ruiz-Luna, A., Camacho, V., Blanco, M., Zamorano, P., López, A., Robles, E., Ortiz, A., Penie, I., & Arroyo, R. (2013). Propuesta metodológica para la valoración económica en sistemas costeros de México. *Investigación Ambiental, Ciencia y Política Pública*, 5(1), 7-32. https://www.researchgate.net/publication/262259112_Propuesta_metodologica_para_la_valoracion_economica_en_sistemas_costeros_de_Mexico
- De la Rosa-Velázquez, M. I., & Ruiz-Luna, A. (2023). Valoración social de humedales costeros en el noroeste de México. *Acta universitaria*, 33, 1-20. <https://doi.org/10.15174/au.2023.3889>
- Delgado, C. (2022). Estrategias didácticas para fortalecer el pensamiento creativo en el aula. Un estudio meta-analítico. *Revista Innova Educación*, 4(1), 51-64. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2022.01.004>
- Díaz-Gallegos, J. R., Mas, J. F., & Velázquez, A. (2010). Trends of tropical deforestation in Southeast Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 31(2), 180-196. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9493.2010.00396.x>
- Finisdore, J., Rhodes, C., Haines-Young, R., Maynard, S., Wielgus, J., Dvarskas, A., Houdet, J., Quétier, F., Lamothe, K. A., Ding, H., Soulard, F., Van Houtven, G., & Rowcroft, P. (2020). The 18 benefits of using ecosystem services classification systems. *Ecosystem Services*, 45, 101160. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101160>
- Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643-653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>

- Goldman, R. L., Tallis, H., Kareiva, P., & Daily, G. C. (2008). Field evidence that ecosystem service projects support biodiversity and diversify options. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*(27), 9445-9448. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0800208105>
- Grave, L. A. (2021). La Fiesta del Mar de Las Cabras. *Inventio*, *17*(42), 1-9. <http://doi.org/10.30973/inventio/2021.17.42/7>
- Habershon, N. (1993). Metaplan (R): Achieving two-way communications. *Journal of European Industrial Training*, *17*(7), 8-13. <http://dx.doi.org/10.1108/03090599310042528>
- Havard, L., Brigand, L., & Cariño, M. (2015). Stakeholder participation in decision-making processes for marine and coastal protected areas: case studies of the south-western Gulf of California, Mexico. *Ocean and Coastal Management*, *116*, 116-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.06.017>
- Hernández-Guzmán, R., Berlanga-Robles, C. A., Ruiz-Luna, A., & Suazo-Ortuño, I. (2021). Cambios en la extensión de los humedales costeros del estado de Sinaloa, México. En A. Cervantes-Escobar, R. Hernández-Guzmán & A. Montijo-Galindo (Eds.), *Vulnerabilidad costera en el noroeste de México. Un enfoque multidisciplinario* (pp. 147-164). CIAD.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services- IPBES, (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, & C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- Lebreton, B., Rivaud, A., Picot, L., Prévost, B., Barillé, L., Sauzeau, T., Beseres, J., & Lavaud, J. (2019). From ecological relevance of the ecosystem services concept to its socio-political use. The case study of intertidal bare mudflats in the Marennes-Oleron Bay, France. *Ocean and Coastal Management*, *172*(9), 41-54. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.01.024>
- Legaz, I., Gutiérrez, L., & Luna, A. (2017). Brainstorming como recurso docente para desarrollar competencia investigadora. *Revista Iberoamericana de Educación*, *74*(1), 1-14. https://doi.org/10.1300/J141v05n02_01
- Luyet, V., Schlaepfer, R., Parlange, M. B., & Buttler, A. (2012). A framework to implement stakeholder participation in environmental projects. *Journal of Environmental Management*, *111*, 213-219. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.06.026>
- Maass, J. M., Balvanera, P., Castillo, A., Daily, G. C., Mooney, H. A., Ehrlich, P., Miranda, A., Jaramillo, V. J., García-Oliva, F., Martínez-Yrizar, A., López-Blanco, H., Pérez-Jiménez, A., Búrquez, A., Tinoco, C., Ceballos, G., Barraza, L., Ayala, R., & Sarukhán, J. (2005). Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific coast of Mexico. *Ecology and Society*, *10*(1), 17. <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art17/>
- Maes, J., Ego, B., Willems, L., Lique, C., Vihervaara, P., Schägner, J., Grizzetti, B., Drakou, E. G., La Note, A., Zulian, G., Bouraoui, F., Paracchini, M. L., Braat, L., & Bidoglio, G. (2012). Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services*, *1*(1), 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.004>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2003). *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Island Press. http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis*. World Resources Institute. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>
- Moomaw, W. R., Chmura, G. L., Davies, G. T., Finlayson, C. M., Middleton, B. A., Natali, S. M., Perry, J. E., Roulet, N., & Sutton-Grier, A. E. (2018). Wetlands in a changing climate: science, policy and management. *Wetlands*, *38*, 183-205. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1023-8>
- Nelson, E. J., & Daily, G. C. (2010). Modeling ecosystem services in terrestrial systems. *F1000 Biology Reports*, *2*(53), 1-6. <http://dx.doi.org/10.3410/B2-53>
- Ramírez-Zavala, J. R., Cervantes-Escobar, A., & Tapia-Hernández, F. J. (2012). *Marismas nacionales Sinaloa: futuro y conservación*. Pronatura Noroeste-UAS.

- Reyes, H., Álvarez, P. A., Calderón, L. E., Erosa, C. E., Fernández, F. J., Frausto, M. T. C., Luna B. M., Moreno X. G., Mozqueda, M. C., Norzagaray, C. O., & Petatán D. (2014). Servicios Ambientales de Arrecifes Coralinos: El Caso del Parque Nacional Cabo Pulmo, Baja California Sur. En J. I. Urciaga García (eds.), *Desarrollo regional en Baja California Sur: una perspectiva de los servicios ecosistémicos* (pp. 49-77). UABCS. https://www.researchgate.net/publication/263890790_Servicios_Ambientales_de_Arrecifes_Coralinos_El_Caso_del_Parque_Nacional_Cabo_Pulmo_Baja_California_Sur
- Rambaldi, G., Kyem, P. A. K., McCall, M., & Weiner, D. (2006). Participatory spatial information management and communication in developing countries. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 25(1), 1-9. <https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2006.tb00162.x>
- Ramsar. (2010). *Misión Ramsar de Asesoramiento no. 67. Laguna Huizache-Caimanero (Sitio Ramsar no. 1689) y Sitio Ramsar Marismas Nacionales (Sitio Ramsar No. 732)*. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ram_rp_67-mexico_sp.pdf
- Rozas-Vázquez, D., Fürst, C., Geneletti, D., & Almendra, O. (2018). Integration of ecosystem services in strategic environmental assessment across spatial planning scales. *Land Use Policy*, 71, 303-310. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.015>
- Rubio-Cisneros, N. T., Aburto-Oropeza, O., Jackson, J., & Ezcurra, E. (2017). Coastal exploitation throughout Marismas Nacionales wetlands in Northwest Mexico. *Tropical Conservation Science*, 10: 1-26. <https://doi.org/10.1177/1940082917697261>
- Sanjurjo, E. (2001). *Valoración económica de servicios ambientales prestados por ecosistemas: Humedales en México*. Instituto Nacional de Ecología. Scemama, P., Regnier, E., Blanchard, F., & Thebaud, O. (2022). Ecosystem services assessment for the conservation of mangroves in French Guiana using fuzzy cognitive mapping. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 769182. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.769182>
- Tallis, H., Kareiva, P., Marvier, M., & Chang, A. (2008). An ecosystem services framework to support both practical conservation and economic development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(28), 9457-9464. <https://doi.org/10.1073/pnas.0705797105>
- United Nations (UN). (1992). *Agenda 21*. <https://sustainabledevelopment.un.org/outcomedocuments/agenda21>.
- Valderrama-Hernández, R. (2013). Diagnóstico participativo con cartografía social. Innovaciones en metodología Investigación-Acción Participativa (IAP). *Anduli*, 12, 53-65. <https://revistascientificas.us.es/index.php/anduli/article/view/3635/3149>
- Vilardy, S. P., González, J. A., Martín-López, B., & Oteros-Rozas, E. (2012). Los servicios de los ecosistemas de la Reserva de Biosfera Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 19, 66-83. <https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/261795>
- Wilder, M. (2010). Water governance in Mexico: political and economic apertures and a shifting state-citizen relationship. *Ecology and Society*, 15(2), 1-15. <https://www.jstor.org/stable/26268136>